Abt. I Frage 1c

2. Hochwasservorhersage am Rhein

Von Dr.-Ing. Eschweiler,

Oberregierungsbaurat bei der Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz.

Sobald am Rhein der Hochwassermeldedienst mit der Herausgabe von »Wobs«-Telegrammen (**Wasserobs**ervationstelegrammen) und Rundfunknachrichten anläuft, müssen gleichzeitig unzählige fernmündliche Anrufe von Behörden und Firmen beantwortet und zudem Abflußmessungen vorbereitet und durchgeführt werden. Die hydrologischen Dienststellen sind dadurch gezwungen, zuverlässige Kräfte nach draußen zu schicken und im Büro teils mit Aushilfskräften den Hochwassermeldedienst durchzuführen, bei dem ein- oder zweimal täglich Wasserstandsvorhersage bekanntgegeben wird.

Man muß sich darüber klar sein, daß alle Methoden, die längere Berechnungen erfordern und die sich auf Meldungen stützen, die unregelmäßig eingehen oder erst mühsam herangeholt werden müssen, in der Praxis wertlos sind. Auf Grund der Untersuchungen, die die Rheinstrombauverwaltung in Koblenz an Hand einer ganzen Reihe von Hochwassern über die zweckmäßigste Methode der Vorher-

Versuch Nr.	Gültigkeitsbereich beim Pegel Köln: Jahreszeit	Wasserstands- oder Abflußbereich	Änderung in 24 Stunden	Korrelationsgleichungen	Durchschnittliche Abweichung	Extremwerte der Abweichung
1	2	3	4	5	6	7
1	Mai bis Oktober	Wasserstände unter MW	10 cm und mehr	$\Delta W_K = 0{,}994 \cdot \Delta W_M + 0{,}156 \cdot \Delta W_B + 0{,}066 \cdot \Delta W_L - 0{,}46$	4 cm	+ 14 cm — 12 cm
2	Mai bis Oktober	Wasserstände zwischen MW und Ausuferungshöhe	10 cm und mehr	$\Delta W_K = 1{,}14 \cdot \Delta W_M + 0{,}10 \cdot \Delta W_B + 0{,}07 \cdot \Delta W_L + 0{,}7$	5 cm	+ 19 cm — 15 cm
3	November bis April	Wasserstände unter MW	10 cm und mehr	$\Delta W_K = 0{,}948 \cdot \Delta W_M + 0{,}294 \cdot \Delta W_B + 0{,}225 \cdot \Delta W_L + 0{,}98$	7,8 cm	+ 49 cm — 26 cm
4	November bis April	Wasserstände zwischen MW und Ausuferungshöhe	10 cm und mehr	$\Delta W_K = 0{,}374 \cdot \Delta W_M + 0{,}612 \cdot \Delta W_B + 0{,}264 \cdot \Delta W_L + 0{,}44$	11 cm	+ 53 cm — 47 cm
5	November bis April	Abfluß 4 000 m³/s und mehr (Mittelhochwasserbereich)	200 m³/s und mehr	$\Delta Q_K = 0{,}636 \cdot \Delta Q_{Ma} + 1{,}142 \cdot \Delta Q_{Me} + 3{,}017 \cdot \Delta Q_L + 1{,}11$	144 m³/s (~ 12 cm)	+ 841 m³/s (+ 79 cm) — 345 m³/s (— 33 cm)

MW = Mittelwasser
Q_K = Abflußänderung in 24 Stunden am Pegel Köln
Q_{Ma} = " " " " " " Mainz
Q_{Me} = " " " " " " Mehring
Q_L = " " " " " " Leun

sage gemacht hatte, verließ man schon frühzeitig das gewöhnliche Wasserstands-Bezugslinienverfahren und führte die Abflußmengen (m^3/s) in die Rechnung ein. Bei der Vorhersage für den Pegel Andernach beispielsweise (23 km unterhalb der Moselmündung), die nicht nur durch den in Mainz erfaßten Zufluß des Oberrheins und Mains, sondern auch von dem Verhalten der größeren Zubringer Nahe, Lahn und Mosel maßgebend beeinflußt wird, geht man von folgendem Gedankengang aus:

Die Wassermenge, die zu einem bestimmten Zeitpunkt in Andernach vorbeifließt, ist 16 Stunden früher durch Mainz geflossen. Wie man aus dem Pegelstand in Mainz ersehen kann, hat sich der Abfluß in Mainz inzwischen beispielsweise um 440 m^3/s vergrößert. Also werden in Andernach 16 Stunden später ebenfalls 440 m^3/s mehr durchfließen. Diese in 16 Stunden eingetretene Veränderung wird nun in einem Vordruck, auch für die anderen drei Bezugspegel, Grolsheim (Nahe), Leun (Lahn) und Trier (Mosel) eingetragen. Die Gesamtänderung des Abflusses wird der Wasserführung in Andernach zugeschlagen und hiernach der künftige, d. h. 16 Stunden später zu erwartende Pegelstand in Andernach bestimmt. Diese rechnerische Methode hat sich im allgemeinen zufriedenstellend bewährt, bietet allerdings keinen größeren zeitlichen Vorsprung und ist recht unübersichtlich. Wesentlich klarer erkennt man die Zusammenhänge bei einer graphischen Auftragung, wie sie bei den letzten Hochfluten bereits durchgeführt wurde (s. Abbildung).

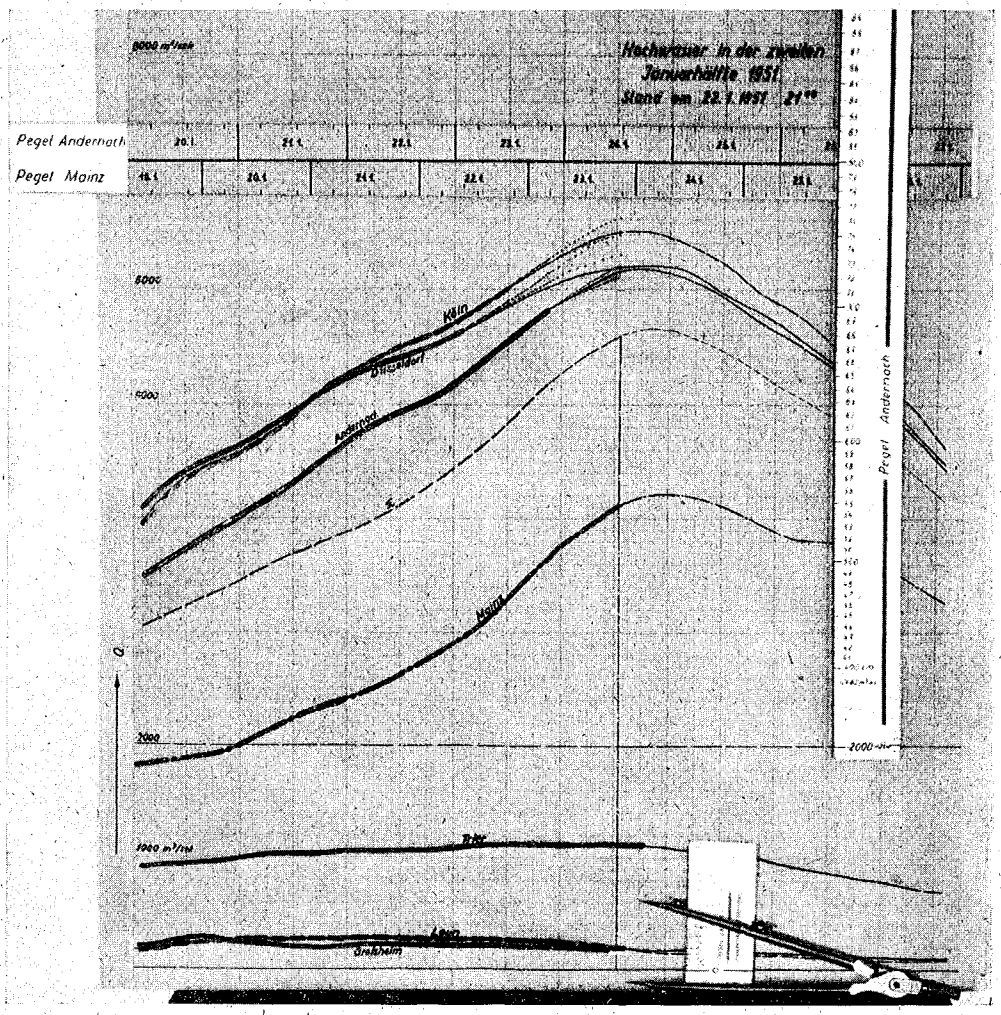
Auf dem für Wasserstandsaufzeichnungen gebräuchlichen Registrierpapier werden die Abflußganglinien in einem Maßstab 5 cm = 1000 m^3/s laufend aufgetragen. Die Zeitmarken, die für die einzelnen Pegel um die Zulaufzeiten verschoben sind, werden bereits kurz vor Beginn des offiziellen Hochwasserdienstes auf einem besonderen Streifen für jeden Pegel in anderer Farbe aufgezeichnet. Da sich die Zulaufzeiten im Hochwasserbereich beim An- und Ablaufen der Welle und mit der Wasserstandshöhe nur in mäßigen Grenzen ändern, kann im Interesse einer schnelleren Auswertung mit festen Mittelwerten für die Zulaufzeiten gerechnet und der dadurch entstehende unwesentliche Fehler in Kauf genommen werden. Ferner wird für jeden Pegel ein Maßstab angefertigt, der die Pegelstände in dem vorerwähnten Abflußmengenmaßstab angibt, so daß beim Auftragen die Abflußmengen nicht erst jedesmal aus einer Abflußtafel oder Kurve abgelesen zu werden brauchen.

Bei dieser Auftragungsart eilen die Abflußganglinien der oberstrom gelegenen Pegel den anderen voraus. Mit dem Stechzirkel werden jeweils in der Lotrechten die Abflußmengen der Bezugspegel addiert, und man erhält so die Abflußsummenlinie Mainz + Grolsheim + Leun + Trier. Die Differenz zwischen dieser Summenkurve und der Abflußganglinie Andernach stellt den Zufluß des Zwischengebietes dar. Würde nun, wie das bei der rechnerischen Methode stillschweigend vorausgesetzt wird, die Abflußspende des Zwischengebietes konstant bleiben, so hätte man für die Vorhersage nur noch die Abflußganglinie von Andernach parallel zu der Summenkurve bis zu deren Endpunkt zu verlängern und mit dem Andernacher Maßstab die Pegelhöhe abzulesen.

Tatsächlich ist die Differenz zwischen der Abflußsummenlinie und der Abflußganglinie Andernach aber recht veränderlich, was durchaus erklärlich ist, da

1. sich der Zufluß aus dem Zwischengebiet je nach der Überregnung dieses Gebietes ändert,
2. bei steigendem Wasser ein Teil des Abflusses auf dem Wege vom Bezugs- zum Vorhersagepegel seitlich in Altarme oder in das Grundwasser abströmt und hier zurückgehalten wird,

3. sich Kuppen mit raschem Anstieg und Abfall auf ihrem Wege stets abflachen und kurze Täler aufgeführt werden,
4. durch Frost die Wasserführung der kleinen Zwischenzubringer plötzlich abgestoppt werden kann.



Diese Faktoren bei der Vorhersage rechnerisch kurzfristig und genau zu erfassen, wird nie gelingen, da die Wettermeldungen dafür zu ungenau sind und meist auch zu spät eintreffen, Angaben über den Grundwasserstand durchweg fehlen und nie die Zeit vorhanden ist, alle Einzelheiten genau zu untersuchen. Immerhin läßt die graphische Auftragung ohne weiteres erkennen, in welcher Tendenz sich der Zwischenfluß, d. h. der Abstand zwischen der Abflußsummenlinie und der Abflußganglinie Andernach zu ändern bestrebt ist. Zwischen der Voraussage, die diese Änderungstendenz berücksichtigt, und der parallel zur Abflußsummenlinie gehenden Voraussage liegt sozusagen ein gewisser Wahrscheinlichkeitsbereich. Selbstverständlich wurde versucht, alle Nebenfaktoren

soweit wie möglich zu erkunden und ihren Einfluß abzuschätzen. Mit Hilfe der graphischen Unterlage der genauen Kenntnis des Flußgebietes und der persönlichen Erfahrung, die bei der Bearbeitung früherer Vorhersagen gewonnen wurde, gelang es dabei fast immer, die Vorhersage durch Schätzung soweit zu verbessern, daß sie in einer Fehlergrenze von ± 10 cm verblieb.

Die Vorhersagen für Köln und die weiteren Niederrheinpegel werden sinngemäß aufgestellt. Bei ihnen ist das Abströmen in das Grundwasser von einer bestimmten Wasserführung an besonders charakteristisch. Die dünn ausgezogenen Linien in der Abbildung geben den tatsächlichen weiteren Verlauf der Abflußganglinien an.

Selbstverständlich müssen die Beziehungen zwischen Pegelstand und Abfluß häufig überprüft werden, weil sie meist nicht unveränderlich sind.